



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2013

---

## **Alterseffekte auf die Fahrsicherheit bei Schweizer Kraftfahrern im Jahr 2010**

Casutt, Gianclaudio ; Martin, Mike ; Jäncke, Lutz

**Abstract:** Junge Kraftfahrer sind als Risikogruppe anerkannt. Bei Kraftfahrern über 70 Jahre wird dies kontrovers diskutiert. Hingegen gilt es als gesichert, dass ältere Personen insgesamt überproportional häufig bei schweren Unfällen involviert sind oder sterben. Mit einem Schweizer Datensatz (2010) wurde mittels multipler Regression untersucht, inwiefern die Unfallbeteiligung das relative Unfallrisiko beeinflusst und mittels Pearson Chi-Quadrat Test, welche Altersgruppe ein erhöhtes relatives Unfallrisiko aufweist. Das relative Unfallrisiko wurde unter Berücksichtigung demografischer Einflussvariablen berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unfallbeteiligung das relative Unfallrisiko über die Altersgruppen hinweg nicht beeinflusst. Junge (18–24) und ältere (75+) Kraftfahrer wiesen ein signifikant erhöhtes relatives Unfallrisiko auf, wobei dieses bei den über 75-Jährigen am höchsten war. Die Verkehrssicherheitsmaßnahme bei jungen Kraftfahrern scheint wirksamer als die bei den über 70-Jährigen zu sein.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-84328>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Casutt, Gianclaudio; Martin, Mike; Jäncke, Lutz (2013). Alterseffekte auf die Fahrsicherheit bei Schweizer Kraftfahrern im Jahr 2010. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 21(1):84-91.

# Alterseffekte auf die Fahrsicherheit bei Schweizer Kraftfahrern im Jahr 2010

Gianclaudio Casutt, Mike Martin und Lutz Jäncke

## Dokumentation:

Casutt, G.; Martin M.; Jäncke, L.:  
Alterseffekte auf die Fahrsicherheit bei Schweizer Kraftfahrern im Jahr 2010  
Z. für Verkehrssicherheit 59 (2013) Nr. 2, S. 84

## Schlagwörter:

Unfallstatistik (6555),  
Unfallrate (1612),  
Fahrsicherheit  
im Altersverlauf,  
Unfallbeteiligung (1643),  
Unfallschweregrad 1623),  
Confunding

Junge Kraftfahrer sind als Risikogruppe anerkannt. Bei Kraftfahrern über 70 Jahre wird dies kontrovers diskutiert. Hingegen gilt es als gesichert, dass ältere Personen insgesamt überproportional häufig bei schweren Unfällen involviert sind oder sterben. Mit einem Schweizer Unfalldatensatz (2010) wurde untersucht, inwiefern die Art der Unfallbeteiligung die Unfallrate in einer Altersgruppe beeinflusst und welche Altersgruppe eine erhöhte Unfallrate aufweist. Die Unfallrate wurde unter Berücksichtigung demografischer Einflussvariablen berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unfallbeteiligung die Unfallrate über die Altersgruppen hinweg nicht beeinflusst. Junge (18–24) und ältere Kraftfahrer (75+) wiesen eine signifikant erhöhte Unfallrate auf, wobei diese bei den über 75-jährigen am höchsten war. Die Verkehrssicherheitsmassnahme bei jungen Kraftfahrern (Führerschein auf Probe) scheint wirksamer zu sein als die bei den über 70-Jährigen (vertrauensärztlichen Kontrolluntersuchung).

## Age Effects on Driving Safety in Switzerland in 2010

There is evidence for young drivers to be a high-risk crash group. However, it is unclear if there is a higher driving crash risk also for older drivers (70+). Existing data support the disproportionate risk of older people to be involved in severe and fatal crashes. In a Swiss crash dataset from 2010 the effects of different crash involvement on crash rate in age groups and the differences on crash rate between age groups were investigated while controlling frailty. The crash rate was controlled by demographic variables. The results show no significant influence of crash involvement on the age group based on the crash rate. A significantly higher crash rate was found for young (18–24) and older (75+) drivers, with highest crash rate for drivers older than 75 years. These results suggest that the mandatory instrument for younger drivers (driver licence on probation) seems to be more efficient than that for older drivers (medical assessment).

## 1 Einleitung

Mobilität<sup>1</sup> ist für viele Senioren ein Merkmal für Autonomie, Gesundheit und Aktivität. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass nach einem Mobilitätsabbruch das Risiko, pflegebedürftig zu werden, auf das Fünffache ansteigt (Freeman, Gange et al. 2006; zitiert nach Schlag 2008). Gleichzeitig reduziert sich die Alltagsaktivität und die Wahrscheinlichkeit für Depressionen steigt (Marottoli, de Leon et al. 2000; Fonda, Wallace et al. 2001). Doch zeigt sich gleichzeitig, dass das Sterberisiko für ältere Personen im Strassenverkehr sehr hoch ist (Lyman, Ferguson et al. 2002).

Verkehrsunfälle älterer Kraftfahrer<sup>2</sup> werden vor allem mit abnehmenden Leistungen der exekutiven Funktionen im Alter assoziiert (Falkenstein, Poschadel 2011). Beeinträchtigungen des Sehens oder körperlicher Art haben sich im Vergleich zu den exekutiven Funktionen als weniger wichtig erwiesen (Freund, Smith 2011). In komplizierten Verkehrssituationen, wie beispielsweise bei unübersichtlichen Kreuzungen, sind ältere Kraftfahrer häufiger in Unfälle verwickelt (Braitman, Kirley et al. 2007). Hierbei ist bekannt, dass Senioren aufgrund der im Alter steigenden körperlichen Verletzlichkeit („frailty bias“) in den Unfallstatistiken übervertreten sind und häufiger unfallbedingt sterben (Li, Braver et al. 2003; Ewert 2006). Zudem wird argumentiert, dass aufgrund der geringen Jahresfahrleistung („low-mileage bias“) eine erhöhte Unfallrate entsteht (Janke 1991).

Bei der Berechnung von Unfallraten wirkt sich die Berücksichtigung der Jahresfahrleistung überproportional ungünstig („low-mileage bias“) auf die Unfallrate von Kraftfahrern mit niedriger Jahresfahrleistung aus (Langford, Methorst et al. 2006). Die Autoren sehen eine mögliche Ursache dieser Befunde darin, dass Personen mit niedriger Jahresfahrleistung ihre Fahrten eher in städtischen Gebieten (Ort mit hoher Unfallerwartung) zurück legen. Personen mit hoher Jahresfahrleistung hingegen generieren den grösseren Anteil ihrer Jahresfahrleistung auf Autobahnen (Ort mit niedriger Unfallerwartung). Doch Hanson und Hildebrand (2011) konnten anhand von Daten aus Navigationsgeräten (GPS) zeigen, dass zumindest in Canada andere Verhältnisse vorliegen. Ihre Ergebnisse belegen, dass Kraftfahrer mit hoher Fahrleistung proportional zu ihrer Gesamt-reisedistanz, verhältnismässig mehr Kilometer in Städten zurücklegten als Kraftfahrer mit niedriger Kilometerleistung. Im Altersvergleich konnte belegt werden, dass die unter 66-jährigen proportional zu ihrer Gesamt-reisedistanz verhältnismässig mehr Kilometer in Städten zurücklegten als die 66–80 bzw. über 80-jährigen Kraftfahrer. Die niedrige Jahresfahrleistung bzw. der Kontext erklären die erhöhten Unfallraten von Personen mit tiefen Reisedistanzen nicht hinreichend (Hanson, Hildebrand 2011). Die Berücksichtigung der Jahresfahrleistung bei der Berechnung von Unfallraten führt demzufolge nicht zwingend zu einer Benachteiligung von Kraftfahrern mit niedriger Jahresfahrleistung. Ein weiterer Grund für die Berücksichtigung dieser Variable ist die Tatsache, dass gerade ältere Kraftfahrer zum Ausgleich ihrer kognitiven und körperlichen Beeinträchtigungen ihr Fahrverhalten ändern und bewusst weniger fahren (Vance, Roenker et al. 2006; Eberhard 2008). Aus epidemiologischer Sicht erscheint es wichtig, beim Vergleich von Unfallraten zwischen

<sup>1</sup> Mobilität bezieht sich in diesem Artikel auf den privaten motorisierten Personenverkehr.

<sup>2</sup> Zur besseren Lesbarkeit wird im fortlaufenden Text die männliche Form verwendet. Es sind damit sowohl weibliche als auch männliche Personen gemeint.

verschiedenen Altersgruppen, die für die Zulässigkeit der Vergleiche nötigen Einflussgrößen zu berücksichtigen. Ein Überblick über die Komplexität möglicher Einflussvariablen geben Classen und Lopez (2006). Entsprechend der Tatsache, dass erst durch die aktive Teilnahme am Strassenverkehr (gefahrte Kilometer) überhaupt ein kraftfahrerspezifisches Unfallrisiko resultieren kann (Summala 1996), wird die populationsbasierte Jahresfahrleistung pro Altersgruppe berücksichtigt.

## 2 Hintergrund und Ziel des Artikels

In der Schweiz werden seit dem 01.01.1977 gemäss Verkehrszulassungsverordnung (VZV, Art. 27) Kraftfahrer ab dem 70. Lebensjahr alle zwei Jahre auf ihre Fahreignung untersucht. Bei dieser Prüfung kommen neben der Überprüfung der physischen Funktionen auch kognitive Screening-Verfahren zur Anwendung (Uhrentest – CDT, Mini-Mental Status – MMSE, Trail-Making Test – TMT) (Seeger 2010). Diese Tests können durch eine ärztliche Kontrollfahrt (VZV Art. 29) oder bei Demenzverdacht durch zusätzliche Abklärungen in Memory-Kliniken ergänzt werden (Mosi-mann, Bachli-Bietry et al. 2012). Obwohl die Wirksamkeit der periodischen Prüfungen bisher noch nicht wissenschaftlich belegt ist (Kissling, Brühwiler et al. 2011), geniesst die medizinisch periodische Fahreignungsprüfung in der Schweiz Akzeptanz (Dittmann, Wyler et al. 2011; Wagner, Muri et al. 2011). Eine kürzlich publizierte Arbeit stellt ähnliche Verfahren zur Selektion älterer Kraftfahrzeugführer in Frage (Siren, Meng 2012).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Unfallrate von Kraftfahrern unterschiedlicher Altersgruppen unter Berücksichtigung des Unfallschweregrads und der Unfallbeteiligung zu berechnen und miteinander zu vergleichen. Hierbei werden wichtige Variablen wie der Anteil aktiver Kraftfahrer und die Jahresfahrleistung pro Altersgruppe berücksichtigt. Anhand der berechneten Unfallraten soll statistisch geprüft werden, welche Kraftfahrer eine erhöhte Unfallrate aufweisen.

## 3 Material und Methode

### 3.1. Datenmaterial

Alle Daten basieren auf Kennwerten der Bevölkerungsstruktur vom BFS (Bundesamt für Statistik 2011) und einer landesweiten Umfrage zum Verkehrsverhalten in der Schweiz (Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung 2012) des Jahres 2010 (Tab. 1).

Die Unfallzahlen (Tab. 2) aus dem Jahre

2010 stammen vom Bundesamt für Strassen (ASTRA). Um den „frailty bias“ zu berücksichtigen, wurde bei der statistischen Analyse nach Unfallschweregrad der unfallinvolvierten Personen unterschieden: 1) alle, 2) unverletzte, 3) leichtverletzte, 4) schwerverletzte oder 5) getötete Personen. Die Art der Unfallbeteiligung wurde unterschieden nach: 1) Alle beteiligten Personen (inkl. Fussgänger, Zweiräder), 2) Beteiligte Fahrzeuginsassen (Lenker und andere Insassen von Kraftwagen), 3) alle in komplexe Unfälle involvierte Personen (mindestens zwei Fahrzeuge unfallbeteiligt), 4) Lenker und 5) mutmasslicher Unfallverursacher (Tab. 2).

### 3.2 Unfallrate

Für die Berechnung unterschiedlicher Unfallraten wurde die Formel a):

Tabelle 1: Demografische Variablen über Altersgruppen

Altersgruppe	Personen	% FA Besitz	Personen FA	Jahresdistanz alle Verkehrsmittel (km)*	% PW Nutzung	Jahresfahrleistung mit PW (km)
18–24	673.435	58,7	395.306	23.505	25,5	6.003
25–29	521.352	68,8	358.864	17.702	33,3	5.902
30–34	534.808	78,9	422.320	16.703	36,5	6.112
35–39	558.919	89,1	497.996	15.737	39,8	6.275
40–44	634.072	89,1	564.958	15.797	43,6	6.902
45–49	650.915	89,1	579.965	15.426	43,0	6.635
50–54	566.311	85,3	483.063	14.743	42,0	6.197
55–59	486.836	81,5	396.771	14.576	42,4	6.182
60–64	459.811	77,7	357.273	13.241	38,7	5.128
65–69	397.242	73,9	293.562	11.246	38,7	4.355
70–74	303.448	62,3	189.250	9.068	35,4	3.216
75–79	256.058	50,8	130.163	7.012	32,6	2.290
80+	372.946	39,3	146.568	4.707	26,5	1.249

\* unabhängig von verwendetem Verkehrsmittel (Verkehrsmittelzwecke: Ausbildung, Einkauf, Freizeit, Arbeit, übrige Zwecke); FA = Führerschein; PW = Personenwagen

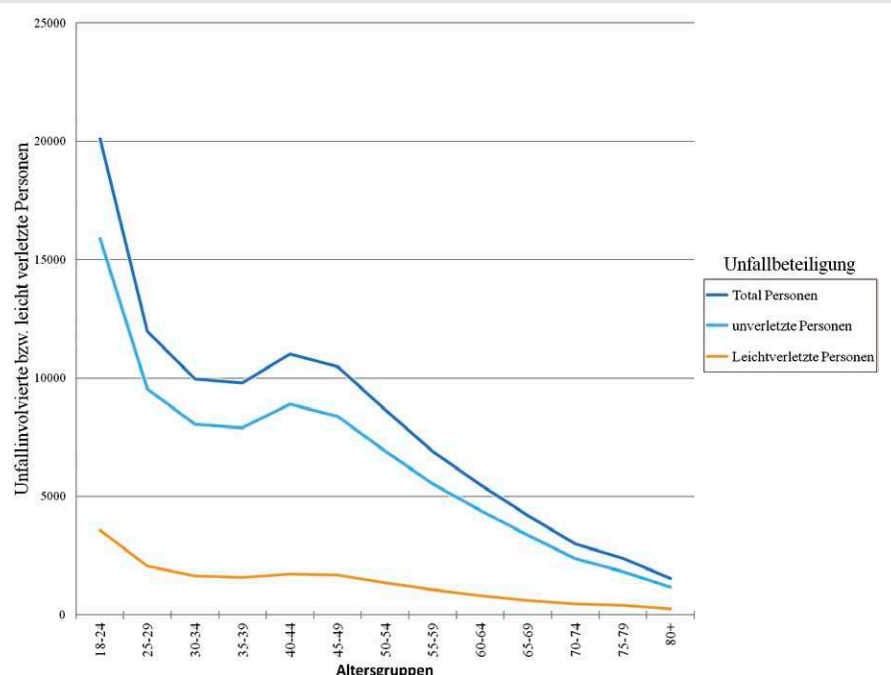


Bild 1: Unfallinvolvierte Personen auf Schweizer Straßen 2010

Tabelle 2: Verunfallte Personen in den entsprechenden Altersgruppen (gemäß ASTRA)

Unfallsschweregrad S		Altersgruppen												
		18–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	80+
	(j) Unfallbeteiligung													
Alle Beteiligten (i=1)	1) Alle Unfälle	20.688	12.418	10.296	10.135	11.409	10.911	9.058	7.228	5.764	4.463	3.207	2.590	2.653
	2) Nur MIV*	20.115	11.978	9.964	9.786	11.022	10.489	8.677	6.895	5.489	4.207	2.996	2.382	2.392
	3) Komplexe Unfälle	2.368	1.256	1.060	994	1.148	1.114	949	806	619	499	391	290	373
	4) Unfalllenker	12.176	7.681	6.534	6.498	7.377	6.729	5.492	4.437	3.639	2.894	2.061	1.651	1.545
	5) Unfallverursacher	7.671	4.333	3.608	3.476	3.869	3.506	2.889	2.361	1.999	1.628	1.236	1.036	1.061
Unverletzt (i = 2)	1) Alle Unfälle	15.882	9.549	8.047	7.896	8.896	8.386	6.923	5.533	4.410	3.362	2.368	1.819	1.804
	2) Nur MIV*	15.882	9.549	8.047	7.896	8.896	8.386	6.923	5.533	4.410	3.362	2.368	1.819	1.804
	3) Komplexe Unfälle	1.892	1.019	864	808	921	883	776	657	507	419	333	229	294
	4) Unfalllenker	10.326	6.540	5.615	5.648	6.418	5.863	4.798	3.891	3.233	2.576	1.838	1.456	1.369
	5) Unfallverursacher	6.592	3.772	3.160	3.101	3.476	3.129	2.607	2.131	1.828	1.469	1.121	921	949
Leicht-verletzt (i = 3)	1) Alle Unfälle	4.012	2.384	1.882	1.837	2.011	1.980	1.598	1.271	974	758	582	526	476
	2) Nur MIV*	3.566	2.046	1.632	1.566	1.728	1.677	1.340	1.056	812	605	462	398	374
	3) Komplexe Unfälle	413	206	169	164	193	193	144	130	90	60	50	52	59
	4) Unfalllenker	1.640	1.035	835	770	862	770	601	489	352	259	193	155	135
	5) Unfallverursacher	924	494	400	321	337	315	230	199	141	115	98	90	80
Schwer-verletzt (i = 4)	1) Alle Unfälle	751	466	343	373	480	516	508	392	351	314	232	218	275
	2) Nur MIV*	631	367	266	298	380	400	391	286	245	219	149	145	171
	3) Komplexe Unfälle	62	31	24	19	31	33	26	17	21	19	8	8	18
	4) Unfalllenker	203	100	78	69	89	88	83	55	46	50	24	33	31
	5) Unfallverursacher	148	62	44	44	51	56	44	29	23	38	12	19	23
Getötet (i = 5)	1) Alle Unfälle	43	19	23	30	21	30	30	31	30	28	25	27	99
	2) Nur MIV*	36	16	19	26	18	26	23	20	22	21	17	20	43
	3) Komplexe Unfälle	1	0	3	3	3	5	3	2	1	1	0	1	2
	4) Unfalllenker	7	6	6	11	8	8	10	2	8	9	6	7	10
	5) Unfallverursacher	7	5	4	10	5	6	8	2	7	6	5	6	9

\* Keine Beteiligung Fahrradfahrer sowie Fußgänger; MIV = Motorisierter Individualverkehr, § Zwecks Berücksichtigung frailty bias

$$X_{ij} = \frac{U_{ij} \cdot a \cdot b}{B \cdot FA \cdot JL} \quad (a)$$

für jede Altersgruppe verwendet. ( $X_{ij}$ ) entspricht der Unfallrate hinsichtlich Unfallsschweregrad ( $i$ ) und Art der Unfallbeteiligung ( $j$ ), ( $U_{ij}$ ) sind die unfallinvolvierten Personen, ( $B$ ) entspricht der Anzahl Personen der Gesamtpopulation, ( $FA$ ) bedeutet der prozentuale Anteil der Führerscheinbesitzer und ( $JL$ ) entspricht der Jahresfahrleistung. Die Unfallrate bezieht sich auf 100.000 Personen (Variable  $a$ ) und 1.000 km (Variable  $b$ ).

Die berechneten Unfallraten ( $X_{ij}$ ) wurden auf die Gesamtunfallrate ( $G_{ij}$ ) der Population gemäß Formel b bezogen und ergaben die Prozentsätze ( $PX_{ij}$ ):

$$P_{xij} = \frac{X_{ij}}{G_{ij}} \cdot 100 \quad (b)$$

( $G_{ij}$ ) ergibt sich aus der Summe der Unfallraten aller Altersgruppen. Dadurch ergeben sich prozentsatzbasierte Unfallraten ( $PX_{ij}$ ) jeder Altersgruppe bezogen auf die Gesamtpopulation (Abb. 2, Abb. 3).

### 3.3 Statistische Methoden

#### 3.3.1 Unterschiede der Unfallraten je nach Unfallbeteiligung pro Altersgruppe

Die verschiedenen Unfallbeteiligungen wurden in allen Altersgruppen mittels multipler Regression auf unterschiedliche Unfallraten getestet. Für die Unfallbeteiligungen wurden Dummy Kodiervariablen erstellt, um die unterschiedlichen fünf Kurven in Abhängigkeit

des jeweiligen Unfallsschweregrads zu vergleichen. Die Verteilung der Unfallraten wurde über die Altersstufen in einem linearen und quadratischen Trend abgebildet. Um die Arten der Unfallbeteiligung über die Altersgruppen gegeneinander zu testen, wurden Interaktionsterme berechnet, indem die Altersgruppen (linear und quadratisch) mit den Dummy Kodiervariablen der Unfallbeteiligung multipliziert wurden. Die Unterschiede der Verteilungen der jeweiligen Unfallbeteiligung wurden über die Interaktionsterme auf Signifikanz getestet. Die Testkriterien einer multiplen Regression wurden dabei (Multikollinearität, Varianzhomogenität, Autokorrelationen, Normalverteilung) berücksichtigt. Bis auf die Varianzhomogenität waren alle Testkriterien für eine Regressionsanalyse erfüllt.

#### 3.3.2 Unterschiede der Unfallraten je nach Unfallbeteiligung zwischen Altersgruppen

Um Unterschiede der Unfallraten  $X_{ij}$  über die Altersgruppen zu analysieren, wurde geprüft, ob in einer bestimmten Altersgruppe eine erhöhte Unfallrate besteht ( $X_{ij}$ ). Hierbei wurde als Basis für die Vergleiche der tatsächlichen Unfallraten eine homogene Verteilung der Unfallraten über die 13 Altersgruppen ( $X_{pij}$ ) angenommen. Diese ergibt sich aus der Formel c):

$$X_{pij} = \frac{\sum_{ij} X_{ij}}{13} \cdot 100 \quad (c)$$

Für die statistische Überprüfung der unterschiedlichen beobachteten Unfallraten jeder Altersgruppe wurde mit einem Pearson Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test) gegen die jeweilige erwartete Unfallrate (siehe Formel c) getestet. Bei den signifikanten Ergebnissen

wurde das jeweilige Odd's ratio mit 95 % Konfidenzbereich (CI) berechnet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Unfallraten je nach Unfallbeteiligung pro Altersgruppe

Alle quadratischen Modelle waren signifikant für den jeweiligen Unfallschweregrad ( $i$ ) 1) alle, 2) unverletzte, 3) leichtverletzte, 4) schwerverletzte oder 5) getötete Personen ( $t_1 = 9.86, p < .01$ ;  $t_2 = 10.22, p < .01$ ;  $t_3 = 11.40, p < .01$ ;  $t_4 = 5.36, p < .01$ ;  $t_5 = 2.68, p = .01$ ) mit positiven  $Beta$  Koeffizienten. Die linearen Modelle waren signifikant für den jeweiligen Unfallschweregrad ( $i$ ) 1) alle, 2) unverletzte, 4) schwerverletzte oder 5) getötete Personen ( $t_1 = 4.32, p < .01$ ;  $t_2 = 4.79, p < .01$ ;  $t_4 = 2.56, p < .05$ ;  $t_5 = 2.82, p < .01$ ) mit positiven  $Beta$  Koeffizienten. Das lineare Modell des Unfallschweregrads 3) leichtverletzte Personen war nicht signifikant ( $t_3 = 1.19, p = n.s.$ ). Die Modelle zeigen insgesamt u-förmige Verläufe und lineare Verläufe mit positiver Steigung, ausser für „leichtverletzte Personen“. Die Signifikanzprüfung der Interaktionseffekte zeigten sich für den Unfallschweregrad ( $i = 3$ ) „leichtverletzte Personen“ signifikante Ergebnisse. Im Altersverlauf zeigte sich im Vergleich zu den anderen Unfallschweregraden eine Abnahme der Unfallbeteiligung „MIV“ ( $j = 2$ ) ( $t_{3,2} = -2.07, p < .05$ ) und „Lenker“ ( $j = 4$ ) ( $t_{3,4} = -2.93, p < .01$ ) mit quadratischem Trend sowie eine Zunahme der Unfallbeteiligung „komplexe Unfälle“ ( $j = 3$ ) ( $t_{3,3} = 2.22, p < .05$ ) mit linearem Trend. Bei allen anderen Regressionsanalysen ergaben sich keine signifikanten Interaktionseffekte für den linearen und

den quadratischen Trend. Damit zeigt sich, dass die Unfallraten für die verschiedenen Altersgruppen auch für die unterschiedlichen Unfallarten mehrheitlich identisch sind.

### 4.2 Unfallraten je nach Unfallbeteiligung zwischen Altersgruppen

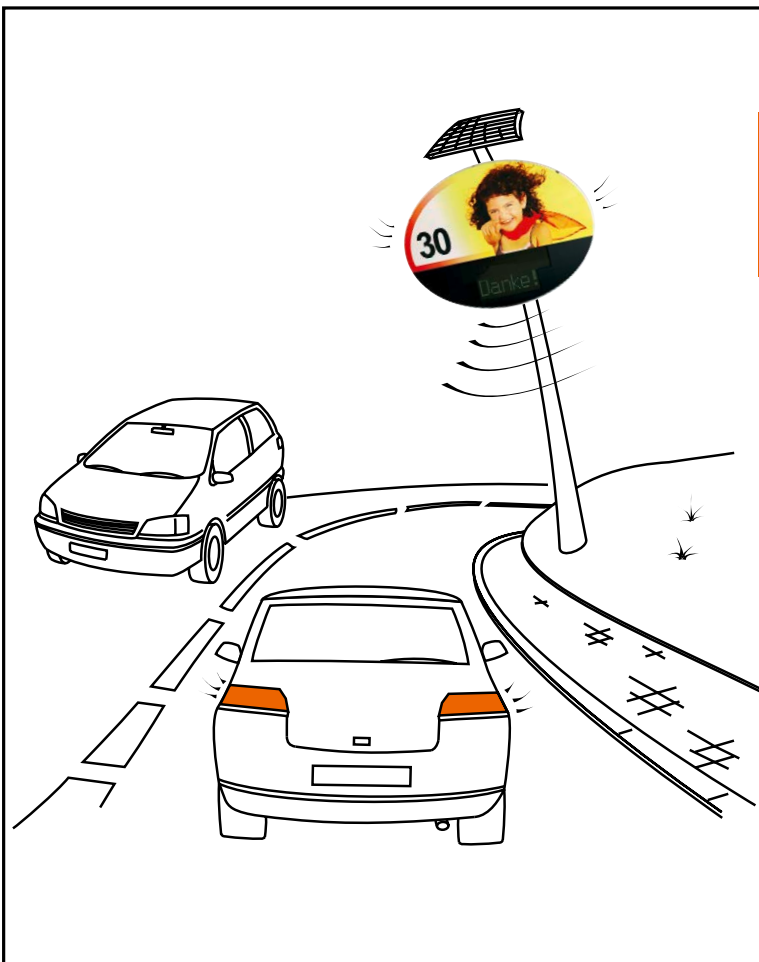
Bis auf den Unfallschweregrad „Leichtverletzte“ ( $i = 3$ ) unterschieden sich die Unfallraten ( $X_{ij}$ ) hinsichtlich der Unfallbeteiligungen in den Unfallschweregraden nicht signifikant voneinander (siehe Kap. 4.1). Deshalb wurden die Unfallraten der unterschiedlichen Unfallbeteiligungen vor dem Pearson Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test) pro Unfallschweregrad, mit Ausnahme des Unfallschweregrads „Leichtverletzte“ gemittelt ( $\bar{x}_i$ ). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 abgebildet.

Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests der beobachteten gemittelten Unfallraten in Abhängigkeit des Unfallschweregrads der erwarteten Unfallraten.

Abschliessend wurden in Tabelle 5 die OR's der Unverletzten nach Art der Unfallbeteiligung berechnet, weil aus Sicht der Autoren diese Analyse nicht konfundiert ist durch die physische Verletzlichkeit und deshalb einen unbeeinflussten Überblick über die tatsächlichen Unfallraten pro Unfallbeteiligung in jeder Altersgruppe abbildet.

## 5 Diskussion

Ziel dieser Studie war der Altersvergleich von Unfallraten. Der Unfallschweregrad und die Art der Unfallbeteiligung waren, für die in dieser Arbeit gemachte Analyse, wichtige Variablen, die im Ge-




Geschätzte  
**26.149.972**

**Autofahrer machen wir täglich auf ihr Tempo aufmerksam.**

**Dialog-Display**

Lob und Tadel wirken. Das Dialog-Display reduziert Geschwindigkeiten ohne Gewöhnungseffekt. Plus komfortablem Auslesen aller Verkehrsdaten und Online-Auswertung.

**Danke, dass Sie uns wertschätzen.**



RTB GmbH & Co. KG | Tel. 05252 9706-0 | [www.rtb-bl.de](http://www.rtb-bl.de)



Tabelle 3: Unfallraten  $\bar{x}_i$  und  $X_{ij}$ 

Unfallschweregrad §		Altersgruppen												
		18-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80+
	(j) Unfallbeteiligung													
Alle Beteiligten (i = 1)	$\bar{x} = 1$	531,08	355,70	243,78	197,70	178,61	170,20	180,81	177,14	191,13	214,17	324,98	533,26	876,71
Unverletzt (i = 2)	$\bar{x} = 2$	426,21	287,36	199,39	162,24	146,72	138,49	147,16	144,68	157,05	175,01	263,77	418,88	679,61
Leicht- verletzt (i = 3)	1) Alle Unfälle	169,06	112,57	72,91	58,79	51,57	51,45	53,38	51,81	53,16	59,29	95,61	176,43	260,04
	2) Nur MIV*	150,26	96,61	63,23	50,11	44,31	43,58	44,76	43,05	44,32	47,32	75,90	133,50	204,32
	3) Komplexe Unfälle	17,40	9,73	6,55	5,25	4,95	5,02	4,81	5,30	4,91	4,69	8,21	17,44	32,23
	4) Unfalllenker	69,11	48,87	32,35	24,64	22,11	20,01	20,08	19,93	19,21	20,26	31,71	51,99	73,75
	5) Unfallverursacher	38,94	23,33	15,50	10,27	8,64	8,19	7,68	8,11	7,70	8,99	16,10	30,19	43,70
Schwer- verletzt (i = 4)	$\bar{x} = 4$	15,13	9,69	5,85	5,14	5,29	5,68	7,03	6,35	7,49	10,01	13,96	28,38	56,60
Getötet (i = 5)	$\bar{x} = 5$	0,79	0,43	0,3	0,51	0,28	0,39	0,49	0,46	0,74	1,02	1,74	4,09	17,81

\* Keine Beteiligung Fahrradfahrer sowie Fußgänger; MIV = Motorisierter Individualverkehr, § Zwecks Berücksichtigung „frailty bias“

Tabelle 4: Pearson Chi-Quadrat-Test und Odd's ratio für  $\bar{x}_i$ 

Unfallschweregrad §		Altersgruppen												
		18–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79	80+
Alle Beteiligten (i = 1)	$\chi^2$ -Test	52,98	1,82	10,52	29,23	40,43	46,55	39,14	41,74	33,10	21,46	,03	52,85	259,6
	Signifikanz	**	–	**	**	**	**	**	**	**	**	–	**	**
	OR	1,66		0,76	0,61	0,56	0,53	0,56	0,55	0,59	0,67		1,66	2,74
Unverletzt (i = 2)	$\chi^2$ -Test	41,96	1,66	7,39	21,59	30,01	35,92	30,01	31,27	24,21	15,60	,09	38,95	191,8
	Signifikanz	**	–	**	**	**	**	**	**	**	**	–	**	**
	OR	1,66		0,77	0,63	0,57	0,54	0,57	0,56	0,61	0,68		1,63	2,65
Schwer- verletzt (i = 4)	$\chi^2$ -Test	,03	,67	3,20	4,26	4,26	3,20	2,33	3,20	2,33	0,67	,00	4,67	26,05
	Signifikanz	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	*	**
	OR				0,38	0,39							2,09	4,17
Getötet (i = 5)	$\chi^2$ -Test	,33	2,00	2,00	0,33	2,00	2,00	2,00	2,00	,33	,33	,00	,67	12,81
	Signifikanz	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	**
	OR													7,93

\* Signifikanzniveau  $p < .05$ , \*\* Signifikanzniveau  $p < .01$ , – nicht signifikant; OR = Odd's ratio

Tabelle 5: Pearson Chi-Quadrat-Test Unverletzte je nach Unfallbeteiligung

(j) Unfallbeteiligung		Altersgruppen												
		18–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–9	70–74	75–79	80+
1) Alle Unfälle & MIV	$\chi^2$ -Test	73,89	4,44	8,70	29,28	42,60	48,81	40,84	43,80	35,30	24,78	,00	48,64	259,9
	Signifikanz	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	–	**	**
	OR	1,72	1,16	0,80	0,65	0,58	0,56	0,59	0,58	0,62	0,67		1,57	2,54
3) Komplexe Unfälle	$\chi^2$ -Test	7,45	0,01	3,12	7,06	8,57	9,32	7,06	6,37	5,73	3,12	,35	6,22	59,80
	Signifikanz	**	–	–	**	**	**	**	*	*	–	–	*	**
	OR	1,62			0,53	0,48	0,47	0,53	0,54	0,56			1,56	3,27
4 Unfall- lenker	$\chi^2$ -Test	31,83	1,06	8,70	22,87	31,61	40,05	34,71	35,35	25,41	14,24	,55	54,12	209,7
	Signifikanz	**	–	**	**	**	**	**	**	**	**	–	**	**
	OR	1,53		0,77	0,64	0,58	0,54	0,56	0,56	0,2	0,71		1,72	2,64
5 Unfall- verursacher	$\chi^2$ -Test	24,50	,07	8,83	20,16	26,97	33,37	28,48	28,48	19,55	11,70	,34	38,47	172,8
	Signifikanz	**	–	**	**	**	**	**	**	**	**	–	**	**
	OR	1,61		0,71	0,57	0,52	0,47	0,50	0,50	0,58	0,66		1,79	3,01

\* Signifikanzniveau  $p < .05$ , \*\* Signifikanzniveau  $p < .01$ , – nicht signifikant; OR = Odd's ratio

gensatz zu früheren Arbeiten explizit berücksichtigt wurden. Bei der Analyse ergaben sich drei Hauptbefunde.

Der erste Befund unserer Analyse ist, dass sich die Unfallrate in Abhängigkeit der Art der Unfallbeteiligung bei vier Unfallschweregraden nicht signifikant unterscheidet. Insofern kann man davon

ausgehen, dass die Art der Unfallbeteiligung keinen wesentlichen Einfluss auf die Unfallrate unter Berücksichtigung des Unfallschweregrads ausübt. Beim Unfallschweregrad ( $i = 3$ ) zeigten die Interaktionseffekte (Bild 2) einerseits eine altersabhängige Abnahme der Unfallraten von Unfällen MIV/Unfalllenker im Vergleich der ande-

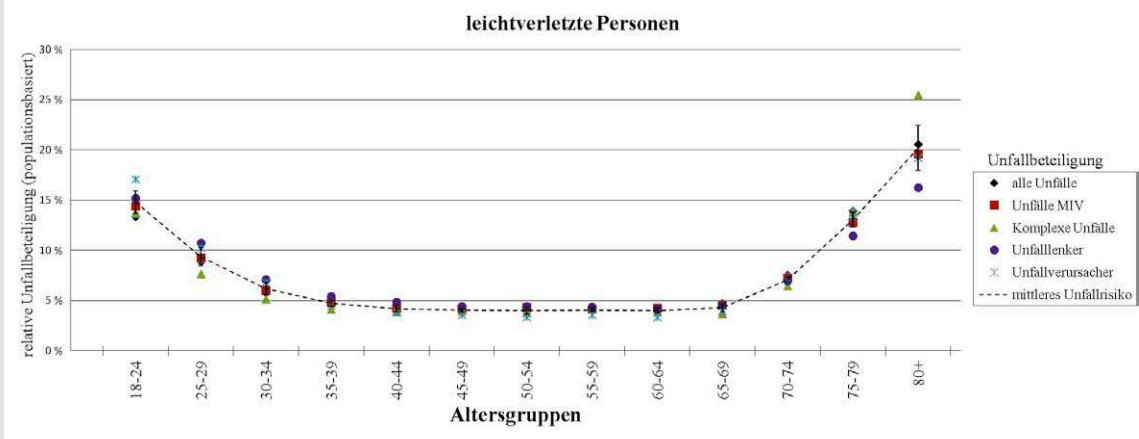


Bild 2: Prozentsatzbasierte Unfallrate ( $P_{xij}$ ) leichtverletzter Personen nach Unfallbeteiligung

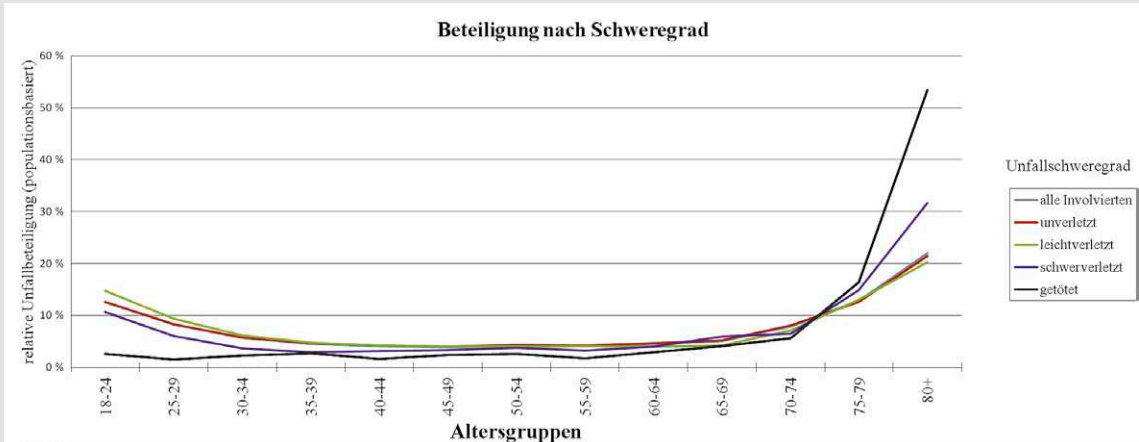


Bild 3: Prozentsatzbasierte Unfallrate ( $P_{xij}$ ) Unfallraten nach Unfallschweregrad

ren Unfallraten pro Altersgruppe. Andererseits zeigte sich eine altersabhängige Zunahme der Unfallraten von komplexen Unfällen im Vergleich der anderen Unfallraten pro Altersgruppe. Diese altersbedingten Veränderungen der Unfallraten kann man wie folgt interpretieren: Alle Verkehrsteilnehmer lernen sich altersgemäss an den Verkehr anzupassen. Junge Erwachsene könnten eher lernen, ihre Impulsivität den verkehrsspezifischen Gegebenheiten anzupassen. Hierbei werden insbesondere im Frontalcortex lokalisierte exekutive Funktionen und Impulskontrollfunktionen adjustiert (Jäncke, Brunner et al. 2008). Insofern steht bei dieser Altersgruppe eher das risikoreiche Fahren mit der damit verbundenen erhöhten Unfallrate im Vordergrund (Williams 2008). Die Anpassung der Impulskontrolle gelingt mit zunehmendem Alter immer besser, sodass die dadurch bedingte Unfallrate auch abnimmt. Bei älteren Kraftfahrern sind andere Beeinträchtigungen der exekutiven Funktionen für das Fahrverhalten und damit für die Unfallrate relevant (Falkenstein, Sommer 2008). Im Vordergrund stehen hier Leistungsabnahmen insbesondere bei der selektiven Aufmerksamkeit und im Multitasking. Diese Leistungseinbussen werden als wesentlichste Ursachen für die erhöhte Unfallrate verantwortlich gemacht (Anstey, Wood 2011; Freund, Smith 2011). Dieses erhöhte Risiko zeigt sich insbesondere in komplexen Verkehrssituationen, bei denen ältere Fahrzeuglenker vermehrt in Unfälle verwickelt sind. Diese Befunde decken sich mit unserem Ergebnis, dass die Unfallrate komplexer Unfälle verhältnismässig zu den anderen Unfallbeteiligungen über die Altersgruppen sukzessive zunimmt. Abschliessend kann festgehalten werden: Obwohl möglicherweise bei Unfällen mit Leichtverletzten in beiden Altersgruppen die Integrität des Frontalcortex und der von ihm kontrollierten exekutiven Funktionen ein ursächlicher

Faktor zu sein scheint, scheinen dessen Funktionsdefizite unterschiedliche Einflüsse auf das Fahrverhalten zu haben. Diese Überlegung deckt sich mit Ergebnissen, dass viele Unfallinflüsse (Wetter, Zeit, Ort, Situation, Fehler, mentaler Zustand etc.) in den Altersgruppen der 16–24 und über 65 Jährigen sehr heterogen sind (Zhang, Fraser et al. 1998).

Der zweite Befund der vorliegenden Arbeit ist die Abhängigkeit der Unfallrate durch die im Alter steigende physische Verletzlichkeit („frailty bias“). Dieser Trend (Bild 3) zeigt sich in der statistischen Analyse in der Altersgruppe 80+ mit einer Zunahme des OR's bei steigendem Unfallschweregrads (OR steigt von 2.65 auf 7.93 an) unabhängig von der Unfallbeteiligung. Bei den getöteten Kraftfahrern in dieser Altersgruppe ist das Sterberisiko bei einem Autounfall acht Mal höher als das erwartete Sterberisiko. Diese Befunde decken sich mit denen anderer internationaler Studien (Lyman, Ferguson et al. 2002).

Ob ältere Verkehrsteilnehmer vermehrt aktiv oder passiv am Unfallgeschehen beteiligt sind, wird in der Literatur unterschiedlich beantwortet (Langford, Bohensky et al. 2008). Dass ältere Verkehrsteilnehmer vermehrt passiv an Unfällen beteiligt sind (Ewert 2006) kann durch die vorliegende Studie nicht belegt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass in Abhängigkeit des Unfallschweregrads die Unfallrate zunimmt, wodurch sich bei Betrachtung lediglich schwerer Unfallbeteiligung das bereits bekannte verzerrte Bild einer sehr hohen Unfallrate bei über 80-jährigen ergibt (Langford, Bohensky et al. 2008). Ältere Verkehrsteilnehmer sterben offenbar nicht signifikant häufiger als Unfallopfer, sondern auch aufgrund eigenen Verschuldens als Unfallverursacher.

Der dritte Befund dieser Arbeit ist, dass sowohl jüngere (18-24

Jahre) wie auch ältere (über 75 Jahre) Kraftfahrer eine erhöhte Unfallrate aufweisen. Entgegen der bislang publizierten Arbeiten ergaben unsere Analysen, dass in der Schweiz, auch unter Berücksichtigung der erhöhten Verletzlichkeit, die über 80-jährigen eine 3.01 Mal, die 75–79-Jährigen eine 1.79 Mal und die 18–24-Jährigen eine 1.61 Mal erhöhte Unfallrate als Unfallverursacher haben. Ab 75 Jahren ist das Risiko pro 100.000 Personen und 1.000 gefahrener Kilometer am grössten als unverletzter Unfallverursacher registriert zu werden.

Die Ergebnisse in dieser Arbeit sind insofern erstaunlich, dass die Altersgruppe der 18–24-jährigen anscheinend nicht mehr die risikoreichste Kraftfahrergruppe hinsichtlich Unfallverursachung im Strassenverkehr darstellt. So sind die Unfallraten dieser Altersgruppe bei Unfällen mit Schwerverletzten und Getöteten nicht signifikant erhöht wie dies beispielsweise in den USA der Fall ist. Dort waren die jungen Lenker 1.83 Mal gefährdeter als die restlichen Altersgruppen (NHTSA 2008; zitiert nach Huang, Winston 2011). Auch wurden in der Arbeit von Hakamies-Blomqvist (2002) kaum Unterschiede zwischen den Altersgruppen der jungen und alten Kraftfahrer gefunden. In beiden Arbeiten wurde die Jahresfahrleistung der entsprechenden Altersgruppen nicht berücksichtigt, was eine mögliche Erklärung der Unterschiede in den Ergebnissen zu dieser Arbeit sein könnte. Es ist aber auch denkbar, dass diese der internationalen Literatur widersprüchlichen Ergebnisse, möglicherweise auf die Einführung des Führerscheines auf Probe zurück gehen könnten. Es gibt dahingehend Hinweise, dass mit dieser Massnahme Personen mit Hochrisikoverhaltensweisen vom Verkehr ferngehalten werden, bevor ein Unfall entsteht. Die Wirksamkeit dieser Massnahme wurde in einer kürzlich veröffentlichten Publikation mit tendenziell positiven Effekten nachgewiesen. Waren im Jahre 2003 noch 2.4 Mal mehr Neulenker verglichen mit 25–65-Jährigen bei Unfällen verletzt worden, sank nach Einführung der Probephase dieser Wert auf 1.6 (Cavegn, Walter et al. 2012).

Ähnliche Untersuchungen zur Wirksamkeit der Massnahme zur Fahreignungsprüfung (VZV Art. 27, 29) scheinen für die Altersgruppen über 70 Jahre nicht zu existieren. Siren und Meng (2012) haben im Gegenteil erst kürzlich darauf hingewiesen, dass keine Evidenz für die günstigen Folgen auf die allgemeine Verkehrssicherheit durch automatische Fahreignungsprüfungen und zwangsweise Entzug der Fahrerlaubnis bei älteren Kraftfahrern existiert. In gewisser Weise scheint die vorliegende Arbeit dies zu belegen, denn die beiden ältesten Altersgruppen (der 75–79 und 80+ Jährigen) weisen die höchste Unfallrate auf. Das bedeutet, dass dies ältere Kraftfahrzeuglenker sind, welche diese vorgeschriebenen Fahreignungsprüfungen erfolgreich absolviert haben mussten. Es mag natürlich auch möglich sein, dass die verwendeten Fahreignungsuntersuchungen nicht reliabel und valide genug waren, um die wirklich gefährdeten Fahrzeuglenker zu identifizieren. Zudem findet das in der VZV verankerte kritische Alter (ab 70 Jahren) für die Fahreignungsuntersuchung keine wissenschaftliche Evidenz, da die Altersgruppe der 70–75-Jährigen keine erhöhte Unfallrate aufweist. Die bislang in der Schweiz praktizierte regelmäßige Untersuchung der Fahreignung von älteren Personen orientiert sich an dem Alters-Cut-Off 70 Jahre, so als ob 70-Jährige die gefährdete bzw. risikobehaftete Altersgruppe von Kraftfahrern sei (Seeger 2010; Wagner, Muri et al. 2011; Mosimann, Bachli-Bietry et al. 2012). Dass diese Altersgrenze durch wissenschaftliche Daten genährt wird, entzieht sich der Kenntnis der Autoren. Aufgrund der vorliegenden Befunde drängt sich vielmehr der Eindruck auf, (sofern man überhaupt einen Alters-Cut-Off zur Fahreignungsuntersuchung nutzen will), dass der Alters-Cut-Off bei 75 Jahren liegen müsste.

Zwar ist der globale volkswirtschaftliche Bedarf nach evidenzbasierten wirksamen Lösungen zur Verhinderung einer Reduktion der allgemeinen Verkehrssicherheit durch ältere Kraftfahrer momentan noch gering (Bild 1), doch wird dieser in den kommenden Jahren stark zunehmen (Lyman, Ferguson et al. 2002). Hingegen ist das individuelle subjektive Leid betroffener Personen bereits heute sehr gross, weil diese bei Führerscheinentzug unter Autonomieverlust und Folgeerkrankungen (z. B. Depression) leiden (Marottoli, de Leon et al. 2000). Darum ist Altersforschung allgemein, aber auch speziell für Verkehrssicherheitsfragestellungen wichtig. Ein den Autoren wichtiger Aspekt ist, dass die in die Analyse eingegangenen älteren Kraftfahrer, im Gegensatz zu den jungen Neulenkern (die eine Zweiphasenausbildung absolvieren durften), keine besonderen Unterweisungen oder Trainings hinsichtlich ihres Fahrverhaltens geniessen durften. So ist es durchaus denkbar, dass ältere Kraftfahrer bei entsprechender Massnahme und unter Ausnutzung der bekannten Potentiale zur Verhaltensänderung ihre Fahrsicherheit steigern könnten. Eine ausführliche Übersichtsarbeit zu Problembe-reichen älterer Kraftfahrer und insbesondere zum vorhandenen Potential von gezielten Trainingsmassnahmen zur Verbesserung der Fahrsicherheit älterer Kraftfahrer wurde kürzlich publiziert (Poschadel, Falkenstein et al. 2012). Physische und psychische Trainingsansätze bei Senioren sind im wissenschaftlichen Kontext auf ihre Wirksamkeit geprüft worden und zeigen positive Effekte hinsichtlich Funktionseinbussen, welche auch mit reduzierter Fahrsicherheit assoziiert werden können (Voelcker-Rehage, Godde et al. 2010; Voss, Prakash et al. 2010; von Bastian, Langer et al. 2012). Erste Trainingsstudien zur Verbesserung der Fahrsicherheit von Senioren wurden bereits durchgeführt, wobei ebenfalls positive Effekte durch die kognitiven Trainings auf die Fahrsicherheit gefunden wurden (Roenker, Cissell et al. 2003; Edwards, Myers et al. 2009; Casutt, Jäncke 2012). Die Wirksamkeit von Trainingsmassnahmen zur Stabilisierung der Fahreignung/Fahrkompetenz wurde in einem systematischen Review nachgewiesen (Korner-Bitensky, Kua et al. 2009).

#### Literatur

- Anstey, K. J. & Wood, J. (2011). Chronological age and age-related cognitive deficits are associated with an increase in multiple types of driving errors in late life. *Neuropsychology* 25(5): 613–621.
- Braitman, K. A., Kirley, B. B., Ferguson, S. & Chaudhary, N. K. (2007). Factors leading to older drivers' intersection crashes. *Traffic Injury Prevention* 8(3): 267–274.
- Bundesamt für Statistik (2011). Ständige Wohnbevölkerung nach Alter, Geschlecht und Staatsangehörigkeit. Bevölkerung – Bevölkerungsstand und -struktur, www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/alter.
- Bundesamt für Statistik & Bundesamt für Raumentwicklung (2012). Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Mobilität und Verkehr. Schweiz, S. d. Neuchâtel und Bern, Bundesamt für Statistik.
- Casutt, G. & Jäncke, L. (2012). *Auswirkungen neuronaler Plastizität auf die Fahrsicherheit von Senioren* 8. Symposium der DGVM und DGVP, Hamburg.
- Cavegn, M., Walter, E., Scaramuzza, G., Amstad, C., Ewert, U. & Bochud, Y. (2012). Evaluation der Zweiphasenausbildung. Schlussbericht zuhanden des Bundesamts für Straßen (ASTRA). Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- Classen, S. & Lopez, E. D. S. (2006). Mixed Methods Approach Explaining Process of an Older Driver Safety Systematic Literature Review. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 22(2): 99–112.
- Dittmann, V., Wyler, D., Pfäffli, M., Grimm, U., Favrat, B. & Haag, M. (2011). Präzisierung zum FME-Positions-papier „Fahreignung von Personen über 70“. *Primary Care* 11: 204–205.
- Eberhard, J. (2008). Older drivers' „high per-mile crash involvement“: the implications for licensing authorities. *Traffic Injury Prevention* 9(4): 284–290.
- Edwards, J. D., Myers, C., Ross, L. A., Roenker, D. L., Cissell, G. M., McLaughlin, A. M. & Ball, K. K. (2009). The longitudinal impact of cognitive speed of processing training on driving mobility. *Gerontologist* 49(4): 485–494.
- Ewert, U. (2006). *Senioren als Verkehrsteilnehmer. Pilotstudie*. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) [Hrsg.], Bern.



- Falkenstein, M. & Poschadel, S. (2011). *Fahreignung und Alter in Deutschland*. In: Verkehrsmedizin – arbeitsmedizinische Aspekte. Orientierungshilfe für Praxis, Klinik und Betrieb. Golka, K., Hengstler, J. G., Letzel, S. & Nowak, D. Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg: 176–189. Falkenstein, M. & Sommer, S. M. (2008). *Altersbegleitende Veränderungen kognitiver und neuronaler Prozesse mit Bedeutung für das Autofahren*. In: Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter. Schlag, B. Köln, TÜV Rheinland. 3: 113–141.
- Fonda, S. J., Wallace, R. B. & Herzog, A. R. (2001). Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences* 56(6): 343–351.
- Freeman, E. E., Gange, S. J., Munoz, B. & West, S. K. (2006). Driving status and risk of entry into long-term care in older adults. *American Journal of Public Health* 96(7): 1254–1259.
- Freund, B. & Smith, P. (2011). *Older Drivers*. In: Handbook of Traffic Psychology. Porter, B. E., Elsevier. 24: 339–351.
- Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T. & O'Neill, D. (2002). Driver ageing does not cause higher accident rates per km. *Transportation Research Part F* 5(4): 271–274.
- Hanson, T. R. & Hildebrand, E. D. (2011). Are rural older drivers subject to low-mileage bias? *Accident Analysis and Prevention* 43(5): 1872–1877.
- Huang, P. & Winston, F. K. (2011). *Young Drivers*. In: Handbook of Traffic Psychology. Porter, B. E., Elsevier. 23: 315–338.
- Jäncke, L., Brunner, B. & Esslen, M. (2008). Brain activation during fast driving in a driving simulator: the role of the lateral prefrontal cortex. *Neuroreport* 19(11): 1127–1130.
- Janke, M. K. (1991). Accidents, mileage, and the exaggeration of risk. *Accident Analysis and Prevention* 23(2–3): 183–188.
- Kissling, B., Brühwiler, J., Dürst, D., Schilling, G. & Seiler, K. (2011). Positionspapier von Hausärzten Schweiz (MFE) zur periodischen medizinischen Überprüfung der Fahreignung von Senioren über 70. *Primary Care* 7: 103–105.
- Korner-Bitensky, N., Kua, A., von Zweck, C. & Van Benthem, K. (2009). Older driver retraining: an updated systematic review of evidence of effectiveness. *Journal of Safety Research* 40(2): 105–111.
- Langford, J., Bohensky, M., Koppel, S. & Newstead, S. (2008). Do older drivers pose a risk to other road users? *Traffic Injury Prevention* 9(3): 181–189.
- Langford, J., Methorst, R. & Hakamies-Blomqvist, L. (2006). Older drivers do not have a high crash risk – a replication of low mileage bias. *Accident Analysis and Prevention* 38(3): 574–578.
- Li, G., Braver, E. R. & Chen, L. H. (2003). Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accident Analysis Prevention* 35(2): 227–235.
- Lyman, S., Ferguson, S. A., Braver, E. R. & Williams, A. F. (2002). Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Traffic Injury Prevention* 8(2): 116–120.
- Marottoli, R. A., de Leon, C. F. M., Glass, T. A., Williams, C. S., Cooney, L. M., Jr. & Berkman, L. F. (2000). Consequences of driving cessation: decreased out-of-home activity levels. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences* 55(6): 334–340.
- Mosimann, U. P., Bachli-Bietry, J., Boll, J., Bopp-Kistler, I., Donati, F., Kressig, R. W., Martensson, B., Monsch, A. U., Muri, R., Nef, T., Rothenberger, A., Seeger, R., von Gunten, A. & Wirz, U. (2012). Consensus recommendations for the assessment of fitness to drive in cognitively impaired patients. *Praxis* 101(7): 451–464.
- National Highway Traffic Safety Administration (2008). Traffic safety facts 2008: A compilation of motor vehicle crash data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System. <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811170.PDF>.
- Poschadel, S., Falkenstein, M., Rinkenauer, G., Mendzheritskiy, G., Fimm, B., Worringer, B., Engin, T., Kleinemas, U. & Rudinger, G. (2012). *Verkehrssicherheitsrelevante Leistungspotenziale, Defizite und Kompensationsmöglichkeiten älterer Autofahrer*. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen [Hrsg.], Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M231 Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Roemer, D. L., Cissell, G. M., Ball, K. K., Wadley, V. G. & Edwards, J. D. (2003). Speed-of-processing and driving simulator training result in improved driving performance. *Human Factors Society* 45(2): 218–233.
- Schlag, B. (2008). Älter werden und Auto fahren. *Report Psychologie* 33(2): 75–85.
- Seeger, R. (2010). Fahreignung bei kognitiven Einschränkungen – die möglichst freiwillige Abgabe des Führerausweises ist das Ziel. *Hausarzt Praxis* 20: 21–33.
- Siren, A. & Meng, A. (2012). Cognitive screening of older drivers does not produce safety benefits. *Accident Analysis and Prevention* 45: 634–638.
- Summala, H. (1996). Accident risk and driver behaviour. *Safety Science* 22(1–3): 103–117.
- Vance, D. E., Roemer, D. L., Cissell, G. M., Edwards, J. D., Wadley, V. G. & Ball, K. K. (2006). Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accident Analysis and Prevention* 38(4): 823–831.
- Voelcker-Rehage, C., Godde, B. & Staudinger, U. M. (2010). Physical and motor fitness are both related to cognition in old age. *European Journal of Neuroscience* 31(1): 167–176. von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L. & Oberauer, K. (2012). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory & Cognition*.
- Voss, M. W., Prakash, R. S., Erickson, K. I., Basak, C., Chaddock, L., Kim, J. S., Alves, H., Heo, S., Szabo, A. N., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E. L., Gothe, N., Olson, E. A., McAuley, E. & Kramer, A. F. (2010). Plasticity of brain networks in a randomized intervention trial of exercise training in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience* 2(32): 1–17.
- VZV (2013). Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Straßenverkehr (VZV). 1. SR 741.51, 1–116.
- Wagner, J. T., Muri, R. M., Nef, T. & Mosimann, U. P. (2011). Cognition and driving in older persons. *Swiss Medical Weekly* 140: w13136.
- Williams, A. F. (2008). Afterword: teen driving. *American Journal of Preventive Medicine* 35(3): 343–344.
- Zhang, J., Fraser, S., Lindsay, J., Clarke, K. & Mao, Y. (1998). Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes: focus on young and elderly drivers. *Public Health* 112(5): 289–295.



lic. phil. Gianclaudio Casutt, Doktorand in den Humanwissenschaften an der Universität Fürstentum Liechtenstein (UFL), Dorfstraße 24, 9495 Triesen.  
Forschungsschwerpunkte: neuronale Plastizität im Alter, Erfassung von Hirnpotenzialen mittels Elektroenzephalografie (EEG), kognitive Trainings (Fahrsimulatoren), Blickverhaltensanalysen, Zusammenhang neuronaler Korrelate und Fahreignung.

#### Anschrift:

Psychologisches Institut, Abteilung Neuropsychologie, Universität Zürich  
Binzmühlestraße 14/25  
CH-8050 Zürich  
g.casutt@psychologie.uzh.ch  
www.psychologie.uzh.ch



Prof. Dr. Mike Martin, Ordinarius Lehrstuhl Gerontopsychologie  
Forschungsschwerpunkte: Kognitive Altersforschung, kognitive Trainings, mittleres und hohes Alter, längsschnittliche Erforschung psychologischer Ressourcen und deren Plastizität.

#### Anschrift:

Psychologisches Institut, Abteilung Gerontopsychologie, Universität Zürich  
Binzmühlestraße 14/24  
CH-8050 Zürich  
m.martin@psychologie.uzh.ch  
www.psychologie.uzh.ch  
www.inapic.uzh.ch



Prof. Dr. Lutz Jäncke, Ordinarius Lehrstuhl Neuropsychologie  
Forschungsschwerpunkte: Neuronale Plastizität, Gehirn und Musik, Spatial Presence, Synästhesie, funktionelle Neuroanatomie, Kognitive-motorische Integration, kognitive-motorische Trainingsmodelle.

#### Anschrift:

Psychologisches Institut, Abteilung Neuropsychologie, Universität Zürich  
Binzmühlestraße 14/25  
CH-8050 Zürich  
l.jaencke@psychologie.uzh.ch  
www.psychologie.uzh.ch  
www.inapic.uzh.ch